

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-192838

(43)Date of publication of application : 10.08.1988

(51)Int.Cl.

C22C 21/02
// C22C 1/04

(21)Application number : 62-022606

(71)Applicant : SHOWA DENKO KK

(22)Date of filing : 04.02.1987

(72)Inventor : OMI FUMIHIKO
HIRANO TADAO

(54) ALUMINUM-ALLOY POWDER COMPACT EXCELLENT IN CREEP RESISTING CHARACTERISTIC

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain the titled Al-alloy powder compact having strength at high temp., by providing a compact of the rapidly solidified powder of an Al alloy containing respectively prescribed amounts of Si, one or more elements among Fe, Mn, and Ni, and further one or more elements among Mo, Cr, and Zr.

CONSTITUTION: The titled Al-alloy powder compact is formed of the rapidly solidified powder of an Al alloy consisting of, by weight ratio, 10W30% Si, 4W8% of one or more elements among Fe, Mn, and Ni, and the balance Al and further containing, if necessary, 0.5W5% Cu and/or 0.2W3% Mg. This Al-alloy powder compact maintains the strength of the conventional Al-alloy powder compact and has improved creep characteristics in the application to sliding member to be used under high-temp. and heavy-load conditions. Accordingly, the design stress can be heightened, and lightening weight to a greater extent and following property improvement can be contrived.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-192838

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和63年(1988)8月10日

C 22 C 21/02
// C 22 C 1/04

Z-6735-4K
C-7511-4K

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 耐クリープ特性に優れたアルミニウム合金粉末成形体

⑯ 特 願 昭62-22606

⑰ 出 願 昭62(1987)2月4日

⑱ 発 明 者 大 見 文 彦 埼玉県秩父市大字下影森1505番地 昭和電工株式会社秩父研究所内

⑲ 発 明 者 平 野 忠 男 埼玉県秩父市大字下影森1505番地 昭和電工株式会社秩父研究所内

⑳ 出 願 人 昭和電工株式会社 東京都港区芝大門2丁目10番12号

㉑ 代 理 人 弁理士 菊地 精一 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

耐クリープ特性に優れたアルミニウム合金
粉末成形体

2. 特許請求の範囲

組成が、重量割合でSi: 10~30%、Fe、MnおよびNiのうちの1種又は2種以上を合計で4~8%、さらに、Mo、Cr、Zrのうちの1種又は2種以上を合計で0.1~2.0%含有し、さらに必要に応じてCu: 0.5~5%、Mg: 0.2~3%のうちの1種又は2種を含み、残部がAlからなるアルミニウム合金の急冷凝固粉末の成形体から成ることを特徴とする耐クリープ特性に優れたアルミニウム合金粉末成形体。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、高温強度を有し、耐クリープ特性に優れたAl合金粉末成形体に関する。

(従来の技術)

Al-Si基合金粉末成形体は、高強度、高剛性且

つ耐摩耗性に優れており、Alの軽量性を活かし、自動車、航空機、ロボットなど、軽量かつ機械的性質の優れた部材を必要とする用途に利用されている。

Al-Si基合金粉末成形体の中でも、Fe、Mn、Niなどの遷移金属を含む合金は、特に高温強度に優れており、従来の鋳造Al合金では不可能であった。高負荷の部材(例えば、エンジン部品であるコンロッド、ピストンなどの部材)への適用が可能であり、鉄合金及び鋳鉄を代替し、軽量化により性能を高めることができる。

しかし、この軽量化を活かした、高温高負荷の部材への適用も、その材料特性より、限界があるとされている。

その理由として、Fe、Mn、Niなどの遷移元素の添加による強度向上には、限界があるためである。

Fe、Mn、Niなどの遷移元素の添加量を増加させれば、高温強度に有効な金属間化合物相の増加により、高温強度は向上するが、その向上とは逆に

合金の靱性の低下や、加工性の低下を招き、部品として、熱間鍛造が不可能になったり、使用される部品の安全性を保障することができなくなることがある。

従って、Fe、Ni、Mnなどの添加量は、10wt%以下に抑えなければならず、望ましくは、8~7%程度が良いとされている。

また、これらの部材へ要求される特性には、静的強度の他に、クリープ特性などの動的な強度も問題となる。特に設計上問題となるのは、動力を伝達する部分をジョイントするボルトの締付け部分や、その他集中応力が負荷される部分が、長時間の使用で、クリープ変形し、ボルトの締付け軸力の低下や、その他応力集中部の局所的変形により、部品としての、長時間の機能が保障されないことである。このクリープ変形は、部品によっては0.1%/1000hr以下に抑えなければならない場合もある。

従って、静的強度とともに、クリープ特性も満足しなければならない。このクリープ特性を向上

を有し、耐クリープ特性に優れたAl合金粉末成形体を、加工性並びに靱性を低下させずに、さらに特性の向上を図った成形体を提供することにある。

(問題点を解決するための手段)

上記目的を達成するために、本発明者らは、Al-Si基合金粉末に、種々の合金添加を検討した結果、Mo、Cr、Zrの添加が有効であることを見出した。

つまり、Fe、Mn、Niなどの元素の、1種及び2種の添加に加えて、Mo、Cr、Zrを単独もしくは組合せによって、0.1~2.0%添加することで、靱性・加工性、高温強度を維持しつつ、耐クリープ特性の向上を図るものである。

前述の如く、従来のAl-Si基合金粉末においては、Fe、Mn、Niなどの元素を添加し、その高温強度の向上を図っていた。高温での強度は、添加量とともに直線的に上昇し、これは、Fe、Mn、Niの添加によって、高温で安定である金属間化合物、つまり、Al-Fe、Al-Si-Mn、Al-Ni化合物

させるためには、高温強度の向上を図ることが有効である。しかし、上述したように、Fe、Mn、Niの添加量の増加では、加工性と靱性の低下を生じ部材として適用することが難しくなる。

また、近年注目され、研究開発が活発に行なわれている超急冷技術(冷却速度 $10^5 \sim 10^8$ K/S)を用いれば、粗大に析出する金属間化合物の析出を抑え、高い添加量においても、部材の加工性と靱性を維持することを可能にする。

しかし、研究されている技術は、まだ実験室レベルであり、工業的に安価に大量に生産する技術は確立していない。それに加え、この超急冷凝固技術が完成しても、熱間加工時に組織の粗大化が起こるため、急冷凝固組織を維持することが難しいとされている。この超急冷組織を維持し、かつ成形する技術は、現在まだ工業的規模での完成を見ていないのが実状である。

(発明が解決しようとする問題点)

本発明は、現行のアトマイズ-熱間成形プロセスを用いて、大量に安価に製造できる、高温強度

などが形成され、添加量の増加とともに、この金属間化合物相の体積分率が増加することによる。

しかし、従来技術では、その添加量にも限界があるとされている。というのは、Fe、Mn、Niの添加量の増加は、晶出する金属間化合物相の粗大化を招き、靱性や加工性を低下させるためである。

これらの金属間化合物を、微細に分散させるためには、粉末製造時の冷却速度をもっと高くしなければならない。現在のアトマイズ法での冷却速度が $10^3 \sim 10^4$ K/Sであるため、少なくとも $10^5 \sim 10^6$ K/Sの冷却速度は必要となる。このような冷却速度を得る技術としては、スプラット・クエンチ法、双ロール法等のRSP法が考案されているが、いずれも研究室レベルで、工業的に安価に大量に製造する技術として確立していない。

以上のような技術的制約上、部品として適切な添加量は、Fe、Ni、Mn全量で8~7%に制限されていた。

また、部品として設計する場合、長時間の使用

では、クリープ変形が問題となる。特に、部材のピン穴やボルト締付部分は、集中荷重によりわずかにクリープ変形を起こしても、部品としての機能を損う懸念があり、極力クリープ変形を抑制する必要があるとされている。

このクリープ変形を抑制するためにも、上述の金属間化合物の分散強化が有効であるとされているが、添加による改善には制限がある。

これに対し、本発明法では、Fe、Mn、Niの添加とともに、Mo、Cr、Zrを少くとも1種添加することで、特に高温強度を維持しつつ耐クリープ特性の向上を図っている。

上記の改良効果を得る添加量としては、単独もしくは組合せで0.1~2.0%が望ましい。0.5%以下であれば、改良効果は得られず、2%以上になると、微細化にもかかわらず、Mo、Cr、Zr自身の強化への寄与と反対に、延性を低下させ、十分な靱性・加工性を得ることが難しくなるからである。

添加するためのベース組成としては、Al粉末合

(作用)

本発明におけるMo、Cr、Zrの添加は、これらの金属間化合物の粗大化を起さず、むしろ微細晶出を可能ならしめる効果を有する。さらに、Mo、Cr、Zrの添加自体に、高温強度を高め、Al基地の自己拡散を抑制することによって、クリープ特性を改善する効果もあると推定される。

このように、Mo、Cr、Zrの添加は、金属間化合物の微細分散によって、加工性・靱性を損うことなく強度の維持を図り、さらに、金属間化合物の分散強度のみでは不十分であったクリープ特性の改善も可能になる。

(実施例)

次に、本発明の実施例をあげて説明する。

表1に示す組成のAl合金の溶湯を、エアートマイズして、-100メッシュの粉末に分級した。次に、これらの合金粉末を250℃に加熱して、同温度に予熱した金型により、直径200mm、高さ300mmのビレットに成形した。

次いで、このビレットを、480℃でAr雰囲気中

金として優れた特性の得られる過共晶Si組成にFe、Mn、Niなど遷移元素を添加した組成であり、Si添加量として、10~30重量%、Fe、Ni、Mn添加量として、1種及び2種以上の組合せの全添加量が、4~8重量%となる。かかるSi量の規定は、分散強化に必要な最低量として10%以上で、かつ現状のアトマイズ法で微細分散可能な30%以下と限定される。Fe、Mn、Niなどの添加は、高温強度を向上させるためには不可欠であり、特に、鉄合金などを代替するためには、4%以上が必要である。

そして、添加量を増加させれば、高温強度は向上するが、加工性・靱性が低下する。Mo、Cr、Zrの添加により改善を図ることが可能な範囲として、8%以下が望ましく、添加量として4~8%に制限される。

また、必要に応じて室温強度の向上を目的に、Cu、Mgを添加してもよい。その添加量は、時効硬化の得られるCu: 0.5~5%、Mg: 0.2~3%に限定される。

で脱ガス処理し、430℃にて押出比15で押出成形した。

これらの条件で製造した押出材について、引張試験とクリープ試験を実施し、特性を評価した。

なお、引張試験は、室温と180℃で行ない、その時の試験片は8mmφ×50mmLの平行部を有し、ひずみ速度は、 1.68×10^{-4} I/Sであった。

クリープ試験は、部品の適用を考慮して、簡便且つ実用的方法を考案し、評価を行なった。その方法は、22×22mm角で高さ25mmブロックの中心に8.3mmφの穴をあけ、それをボルトで締付け、加熱前後のボルト長の変化で、試験片のクリープ変形を評価するものである。試験条件は、2000Kgfの締付荷重を負荷し、180℃で100hr加熱とした。

ボルト軸長の変化は1/1000精度のマイクロメータで測定した。

表2に引張試験とクリープ試験の結果を示した。なお比較のために、他の合金粉末を使用して同一条件で成形し同一の試験をしたときのデータ

の結果を示す。

第2表より明らかなように、Mo、Cr、Zrを添加した合金は、180℃の引張強さもある程度高く維持しており、伸びを損うことはない。Fe、Mnの全添加量で8%のものと同程度の強度を示し、伸びの低下が少ない。

さらに、クリープ試験の結果から、クリープ変形を、Zr、Cr、Mo添加によって1オーダー低下させることができる。これは単にFe、Mnの増量によつては得られないものである。

以上の結果から、Mo、Zr添加は、延性を低下させることなく、高温強度を維持ないし向上させ、クリープ特性も改善できることが明らかである。

(以下余白)

表1 実験に供した試料の組成

	No.	Si	Cu	Ng	Fe	Mn	Ni	Mo	Zr	Cr	Al
本発明による 合金	A	17.2	2.3	0.8	4.2	2.1	-	1.1	-	-	bal
	B	17.3	2.3	0.5	4.2	2.0	-	-	0.9	-	bal
	C	20.1	2.9	1.0	5.2	-	-	0.9	1.0	-	bal
	D	15.0	2.0	1.0	8.3	-	-	1.1	-	-	bal
	E	20.2	2.9	1.1	-	-	7.4	-	0.9	-	bal
	F	25.0	-	-	7.5	-	-	1.0	-	-	bal
	G	20.1	-	-	7.5	-	-	-	0.9	-	bal
	H	17.0	2.2	0.5	4.1	2.1	-	-	-	0.9	bal
	I	17.1	2.3	0.6	4.1	2.1	-	0.2	-	-	bal
	J	17.1	2.2	0.5	4.0	2.0	-	0.5	-	-	bal
	K	20.0	2.2	0.4	5.3	-	-	0.2	-	0.5	bal
	L	20.0	2.2	0.5	4.0	2.0	-	-	1.0	0.9	bal
比較材の合金	M	17.1	2.4	0.5	4.1	2.1	-	-	-	-	bal
	N	17.3	2.4	0.6	5.0	3.2	-	-	-	-	bal
	O	20.3	-	-	7.8	-	-	-	-	-	bal
	P	15.0	2.0	1.0	8.3	-	-	-	-	-	bal
	Q	25.0	-	-	7.5	-	-	-	-	-	bal

表2 引張試験・クリープ試験結果

	合金 No.	RT引張			180℃引張			クリープ (μm)
		耐力	UTS	伸び	耐力	UTS	伸び	
本 発 明 例	A	40.0	49.5	1.5	28.8	31.7	8.0	-3.5
	B	34.5	45.9	1.8	25.0	29.0	11.0	-4.0
	C	41.2	51.0	1.2	29.3	34.0	7.2	-3.0
	D	34.5	45.0	1.8	24.1	28.2	13.1	-4.0
	E	38.8	49.8	1.4	28.4	34.5	8.2	-3.0
	F	40.3	49.5	1.5	28.0	33.8	8.0	-5.0
	G	36.2	47.3	1.8	27.1	30.3	9.8	-3.5
	H	40.5	48.8	1.7	28.2	31.5	7.7	-4.0
	I	34.4	46.9	2.2	24.7	29.3	13.1	-5.0
	J	37.2	48.1	1.8	26.0	30.3	9.8	-5.0
	K	38.4	50.3	1.4	29.2	34.3	8.0	-4.5
	L	41.3	51.8	1.2	29.8	34.8	7.5	-4.0
比 較 例	M	31.2	42.8	2.0	23.4	27.7	13.0	-13.0
	N	48.5	53.0	0.8	30.0	32.6	5.1	-9.0
	O	37.0	42.2	0.4	27.3	30.1	1.1	-20.0
	P	30.0	40.0	2.2	22.0	25.0	15.0	-18.0
	Q	33.1	42.3	1.8	23.4	28.1	10.1	-16.0

耐力(0.2%)、 UTS/Kgf/mm²、 伸び1%、 熱処理; T8

(発明の効果)

本発明によれば、高温・高負荷の滑動部材への適用において、従来のAl合金粉末成形体の強度を維持し、クリープ特性を向上させることで、その設計応力を高く取ることが可能になり、一層の軽量化と、それに伴う性能アップを図ることができる部材を提供でき、各分野への利用拡大を図ることができる。

特許出願人 昭和電工株式会社

代理人 弁理士 菊地精一

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第3部門第4区分

【発行日】平成6年(1994)3月1日

【公開番号】特開昭63-192838

【公開日】昭和63年(1988)8月10日

【年通号数】公開特許公報63-1929

【出願番号】特願昭62-22606

【国際特許分類第5版】

C22C 21/02 Z 9269-4K

// C22C 1/04 C 6977-4K

手 続 補 正 書 (自 発)

平成5年6月10日

特許庁長官 殿

1. 事件の表示

昭和62年特許願第 22606号

2. 発明の名称

耐クリープ特性に優れたアルミニウム合金
粉末成形体

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 東京都港区芝大門一丁目13番 9号

名称 (200) 昭和電工株式会社

代表者 村 田 一

4. 代理人 (郵便番号 105)

居所 東京都港区芝大門一丁目13番 9号

昭和電工株式会社内

電話 東京 5470-3768番

氏名 (9423) 井理士 矢 口 平

5. 補正により増加する発明の数 1

6. 補正の対象

明細書の「特許請求の範囲」の欄及び「発明の詳細な説明」の欄。

7. 補正の内容

(1) 「特許請求の範囲」を別紙の通り補正する。

(2) 明細書の「発明の詳細な説明」の欄を次の通り補正する。

イ 明細書第2頁、第7～8行目に「不可能であった。高負荷の」とあるのを、「不可能であった、高負荷の」と補正する。

(別紙)

特許請求の範囲

1. 組成が、重量割合でSi:10~30%、Fe、MnおよびNiのうち1種又は2種以上を合計で4~8%、さらに、Mo、Cr、Zrのうち1種又は2種以上を合計で0.1~2.0%含有し、残部がAlからなるアルミニウム合金急冷凝固粉末の成形体からなることを特徴とする耐クリープ特性に優れたアルミニウム合金粉末成形体。

2. 組成が、重量割合でSi:10~30%、Fe、MnおよびNiのうち1種又は2種以上を合計で4~8%、Mo、Cr、Zrのうち1種又は2種以上を合計で0.1~2.0%含有し、さらにCu:0.5~5%、Mg:0.2~3%のうち1種又は2種を含み、残部がAlからなるアルミニウム合金急冷凝固粉末の成形体からなることを特徴とする耐クリープ特性に優れたアルミニウム合金粉末成形体。